

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

21.01.04

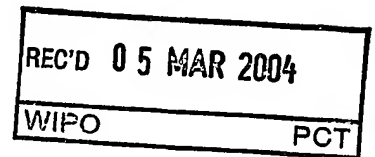
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 1月28日

出願番号
Application Number: 特願2003-018854
[ST. 10/C]: [JP 2003-018854]

出願人
Applicant(s): 本田技研工業株式会社

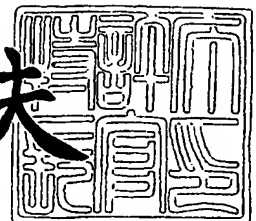


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 2月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 H102-3993
【提出日】 平成15年 1月28日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H02K 1/27
H02F 7/02
H01F 1/08

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 清水 治彦

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 喜多 晃義

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 東 孝之

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 室賀 茂樹

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【住所又は居所】 東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代表者】 吉野 浩行

【代理人】

【識別番号】 100096884

【弁理士】

【氏名又は名称】 末成 幹生

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053545

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0101517

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 永久磁石式モータ用ロータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 永久磁石をロータヨーク表面に接合してなる永久磁石式モータ用ロータにおいて、前記永久磁石と前記ロータヨークとの間に金属膜を介在させ、ビーム溶接により接合を行うことを特徴とする永久磁石式モータ用ロータ。

【請求項 2】 前記金属膜を永久磁石表面に形成することを特徴とする請求項 1 に記載の永久磁石式モータ用ロータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、永久磁石式モータ用ロータに関し、特にロータヨークと永久磁石との間の接合強度と、永久磁石からロータヨークへの熱ひけ性等を向上させたロータに関する。

【0002】

【従来の技術】

自動車等の動力源として使用される永久磁石式モータに用いられるロータにおいては、その耐久性、コスト、磁気効率、熱ひけ性、およびロータヨークと永久磁石との間の接合強度等についての性能を目的に応じて実現すべく、種々の技術が提案されている。

【0003】

このような永久磁石式モータ用ロータには、例えば、永久磁石をロータヨークに埋め込んで耐久性等の向上を図った技術が提案されている（例えば、特許文献 1 参照。）。また、ロータヨークと永久磁石との接合に焼結接合を用いて、磁気効率や熱ひけ性の向上を図った技術も提案されている（例えば、特許文献 2 参照。）。さらに、上記接合に高分子材料による接着技術を用いて、コストやロータヨークと永久磁石と間の接合強度の向上を図った技術も提案されている（例えば、特許文献 3 参照。）。

【0004】

【特許文献1】

特開平6-38415号公報(第4頁、図1, 2)

【特許文献2】

特開平7-177712号公報(第2, 3頁、図1)

【特許文献3】

特開2002-272033号公報(第5頁、図5)

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記特許文献1に記載されたロータは、ロータヨークを永久磁石を挟み込むように半径方向に二重にすることからコストが割高となるとともに、永久磁石がロータ表面に露出していないことからロータとステータとのエアギャップに基づく磁気効率が低いという欠点がある。また、上記特許文献2に記載されたロータは、粉末冶金手段に用いる製造設備によってコストが割高となるとともに、接着媒体を用いない焼結接合を採用したことにより、高温・高速回転での接合強度やサーマルショックを含めた耐久性が低く、しかもロータヨークを積層体とする場合には粉末冶金法が適用できないことから製造不可能であるという欠点がある。さらに、上記特許文献3に記載されたロータは、ロータ使用時の温度下において、高分子材料からなる接着剤の軟化により耐久性が劣化するとともに、永久磁石の接着剤は金属膜に比べて熱伝導率が低く、ロータ側に熱が逃げていかないため、永久磁石からロータヨークへの熱ひけ性が低い等の欠点もある。しかも、上記特許文献3に記載されたロータは、高分子材料からなる接着剤を使用することにより、ロータとステータとのエアギャップに基づく磁気効率や永久磁石とロータヨークとの間の介在物ギャップに基づく磁気効率が低いという欠点もある。

【0006】

したがって、近年においては、耐久性、コスト、ロータとステータとのエアギャップに基づく磁気効率、永久磁石とロータヨークとの間の介在物ギャップに基づく磁気効率、熱ひけ性、およびロータヨークと永久磁石との間の接合強度に関する全ての性能が、高いレベルで好適に実現される永久磁石式モータ用ロータ

の開発技術が要請されていた。

【0007】

本発明は、このような要請に鑑みてなされたものであり、上記耐久性等の種々の性能が高いレベルで好適に実現される永久磁石式モータ用ロータを提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の永久磁石式モータ用ロータは、永久磁石をロータヨーク表面に接合してなり、上記永久磁石と上記ロータヨークとの間に金属膜を介在させ、ビーム溶接により接合を行うことを特徴としている。

【0009】

本発明の永久磁石式モータ用ロータでは、永久磁石とロータヨークとの間に金属膜を介在させることで、真空ビームやレーザービーム等により、ビーム照射部分の金属膜が溶解して、溶接におけるろう材の役割を担うことから、永久磁石とロータヨークとの間の接合が強固なものとなる。このため、高温・高速回転での接合強度やサーマルショックを含めた耐久性を向上させることができる。また、通常鉄系材料からなるロータヨークと金属膜（例えば、銅）との間の熱膨張係数の差が小さく、金属膜自体が変形することで、金属膜が永久磁石とロータヨークの間において緩衝剤の役割を果たし、大幅な温度変化の下でのロータヨークの膨張と収縮とを吸収し、冷熱耐久性を向上させることができる。

【0010】

また、本発明の永久磁石式モータ用ロータでは、上記特許文献1に記載したロータのように、永久磁石をロータに埋め込む必要がなく、また上記特許文献3に記載したロータのように高分子材料からなる接着剤を使用する必要もないので、コスト削減を図ることもできる。なお、高分子材料からなる接着剤を使用しないことから、接着時に悪臭が発生することなく、しかも塗布などの工程も必要ないので、作業性に優れるという利点もある。

【0011】

さらに、本発明の永久磁石式モータ用ロータでは、永久磁石がロータ表面に露

出していることから、ロータとステータとのエアギャップに基づく磁気効率が
高く、また高分子からなる接着剤を使用する場合に比して、永久磁石とロータ
ヨークとの間に介在させる金属膜の厚さをメッキや溶射等により薄くすること
ができることから、永久磁石とロータヨークとの間の介在物ギャップに基づく磁
気効率が低いという利点もある。なお、永久磁石とロータヨークとの接合にビ
ーム溶接を用いることで、溶接時に発生する熱は永久磁石とロータヨークとの
接合界面の極微小領域にしか加わらないため、永久磁石自身の磁気特性の劣
化も生じない。

【0012】

しかも、本発明の永久磁石式モータ用ロータでは、使用時に永久磁石に渦電
流が発生した場合でも、永久磁石とロータヨークとの間に介在した金属膜の熱
伝導率が大きく、永久磁石からロータヨークへの熱ひけ性が高いため、安定
した使用を実現することができる。また、粉末冶金法を採用しないため、ロ
ータを積層構造とする場合にも製造することができる。

【0013】

以上に示したように、本発明の永久磁石式モータ用ロータによれば、耐久
性、コスト、ロータとステータとのエアギャップに基づく磁気効率、永久磁
石とロータヨークとの間の介在物ギャップに基づく磁気効率、熱ひけ性、お
よびロータヨークと永久磁石との間の接合強度に関する全ての性能が、高
いレベルで好適に実現される。

【0014】

このような永久磁石式モータ用ロータにおいては、上記金属膜を永久磁石
表面に形成することが望ましい。本発明によれば、永久磁石をロータヨーク
にビーム溶接する前に、真空蒸着法やスパッタリング法等に比して安価かつ
簡易に永久磁石表面全体を金属膜で予め覆うことができ、永久磁石の腐食
や磁石表面の破損を効果的に防止することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の永久磁石式モータ用ロータの製造例を図面を参照して説明す

る。

本発明の永久磁石式モータ用ロータを製造する際には、図1に示すように、鉄系材料からなる複数枚の円板状チップを順次積層してロータヨーク1を成形する。次いで、図2に示すように、永久磁石の全面に予め銅メッキを施した銅メッキ付き永久磁石2をロータヨーク1の周面に所定数（同図においては4つ）接合する。

【0016】

図3は、図2に示したロータヨーク1と銅メッキ付き永久磁石2との接合部分を示す平面図である。上述したように、銅メッキ付き永久磁石2はNd-Fe-B系の希土類磁石からなる永久磁石3の全面に銅メッキ膜4が予め被覆されたものであり、この銅メッキ付き永久磁石2が、図3に示すように、ロータヨーク1の周面に配置され、次いでレーザービームによる溶接が施される。

【0017】

図4(a)は、図3に示したロータヨーク1と銅メッキ付き永久磁石2との間のビーム溶接態様の一の例を示す斜視図である。同図に示す例によれば、レーザービームによる溶接箇所はロータヨーク1と銅メッキ付き永久磁石2との接触面の外周の一部（図中の波線部）である。これに対し、図4(b)は、図3に示したロータヨーク1と銅メッキ付き永久磁石2との間のビーム溶接態様の他の例を示す斜視図である。同図に示す例によれば、レーザービームによる溶接箇所はロータヨーク1と銅メッキ付き永久磁石2との接触面の外周の全体（図中の波線部）である。

【0018】

図3および図4(a), (b)に示した接合態様にしたが、レーザービーム溶接を行った場合には、ビーム照射部分の銅メッキ膜4が溶解して、銅メッキ膜4が溶接におけるろう材の役割を担うことから、図3においてロータヨーク1と永久磁石3との間の接合が強固なものとなる。このため、高温・高速回転での接合強度やサーマルショックを含めた耐久性を向上させることができる。特に、図4(b)に示すように、レーザービームによる溶接箇所をロータヨーク1と銅メッキ付き永久磁石2との接触面の外周の全体とした場合には、上記接合がより強固

なものとなり、耐久性をより向上させることができる。また、図3において、鉄系材料からなるロータヨーク1と銅メッキ膜4との間の熱膨張係数の差が小さく、銅メッキ膜4自体が変形して緩衝するので、銅メッキ膜4がロータヨーク1と永久磁石3との間において緩衝剤の役割を果たし、大幅な温度変化の下でのロータヨーク1の弾性変形を防止し、冷熱耐久性を向上させることができる。

【0019】

また、図3および図4(a), (b)に示した磁石式モータ用ロータでは、銅メッキ付き永久磁石2をロータヨーク1に埋め込む構造としておらず、また高分子材料からなる接着剤を使用する構造でもないので、コスト削減を図ることもできる。さらに、銅メッキ付き永久磁石2がロータヨーク1の表面に露出していることから、ロータとステータとのエアギャップに基づく磁気効率が高く、しかも高分子からなる接着剤を使用する場合に比して、ロータヨーク1と永久磁石3との間に介在させる銅メッキ膜4の厚さが極めて薄いことから、ロータヨーク1と永久磁石3との間の介在物ギャップに基づく磁気効率が高いという利点もある。

【0020】

さらに、図3および図4(a), (b)に示した永久磁石式モータ用ロータでは、使用時に永久磁石3に渦電流が発生した場合でも、ロータヨーク1と永久磁石3との間に介在した銅メッキ膜4の熱伝導率が大きいため、永久磁石3からロータヨーク1への熱ひけ性が高く、安定した使用が実現される。

【0021】

【実施例】

以下に、本発明の永久磁石式モータ用ロータについて、その各種性能評価を行った結果を示す。各種性能試験は、図3および図4(a)に示した接合態様にしたが、製造した永久磁石式モータ用ロータを想定して実施した。永久磁石にはNd-Fe-B系の希土類磁石を用いるとともに、永久磁石の全面には銅メッキを施し、ロータヨーク材は鉄系材料から作製した。

【0022】

なお、本願発明の目的は、上述したとおり、耐久性、コスト、ロータとステータ

タとのエアギャップに基づく磁気効率、永久磁石とロータヨークとの間の介在物ギャップに基づく磁気効率、熱ひけ性、およびロータヨークと永久磁石との間の接合強度に関する全ての性能を高いレベルで好適に実現することであるため、これら全ての性能についての評価試験を行うことが望ましい。しかしながら、本願発明にかかる永久磁石式モータ用ロータについては、永久磁石をロータに埋め込む態様を採用せず、しかも上記接着剤を使用していないので、コスト削減は明らかに図られている。また、上記接着剤を使用していないので、ロータとステータとのエアギャップに基づく磁気効率や永久磁石とロータヨークとの間の介在物ギャップに基づく磁気効率に優れることも明らかである。したがって、以下の実施例では、上記各性能を除いた性能、すなわち、ロータヨークと永久磁石との間の接合強度と、永久磁石からロータヨークへの熱ひけ性についての評価試験結果を示す。なお、高温・高速回転での接合強度やサーマルショックを含めた耐久性については、上記ロータヨークと永久磁石との間の接合強度の結果を考慮することにより、推定することができる。

【0023】

・ロータヨークと永久磁石との間の接合強度

[実施例1]

鉄系材料からなるロータヨーク材11と、Nd-Fe-B系の希土類磁石の全面に銅メッキを施したメッキ付き永久磁石12とを用意し、これらを図5(a)に示すように接触させた状態で、ロータヨーク11とメッキ付き永久磁石12との接触面の外周辺の一部(同図の波線部分)にレーザービーム溶接を施した。次いで、図5(c)に示すように、接合されたロータヨーク11とメッキ付き永久磁石12とに対して、JIS K 6850に準拠した引張りせん断試験を実施した。なお、試験装置は、島津製作所製「高温槽付きオートグラフAG-5000」を用い、引張りせん断試験は、-20℃、25℃、140℃、200℃の各温度にて行い、引張り速度は5mm/minとした。

【0024】

[比較例1]

鉄系材料からなるロータヨーク材13と、Nd-Fe-B系の希土類磁石から

なる永久磁石 14 とを用意し、これらを図 5 (b) に示すように、接触面全体にエポキシ接着剤（ブレニー技研製「GM8300」）を塗布して接着した。次いで、実施例 1 と同様に、接合されたロータヨーク 13 と永久磁石 14 とに対して、JIS K 6850 に準拠した引張りせん断試験を実施した。なお、各試験条件については、実施例 1 と同様とした。

【0025】

[比較例 2]

鉄系材料からなるロータヨーク材 13 と、Nd-Fe-B 系の希土類磁石からなる永久磁石 14 とを用意し、これらを図 5 (b) に示すように、接触面全体にエポキシ接着剤（コニシ株式会社製「ボンド E セット」）を塗布して接着した。次いで、実施例 1 と同様に、接合されたロータヨーク 13 と永久磁石 14 に対して、JIS K 6850 に準拠した引張りせん断試験を実施した。なお、各試験条件については、実施例 1 と同様とした。以上、実施例 1 および比較例 1, 2 についての評価試験結果を図 6 に示す。

【0026】

図 6 によれば、実施例 1 では、 -20°C から 200°C まで、ほぼ同じ強度が得られることが判る。よって、実施例 1 に相当するロータは、その使用時の全温度領域において安定して使用することができる。これに対し、比較例 1 では、低温側では十分な接合強度が得られるものの、高温側では接合強度が著しく低下することが判る。よって、比較例 1 に相当するロータは、その使用時の高温領域においては安定して使用することができない。また、比較例 2 では、低温側および高温側の双方で、十分な接合強度が得られないことが判る。よって、比較例 2 に相当するロータは、その使用時の全温度領域において安定して使用することができない。なお、高温・高速回転での接合強度やサーマルショックを含めた耐久性については、上記ロータヨークと永久磁石との間の接合強度の結果を考慮すれば、実施例 1 については優れており、各比較例については不良であることが推定される。

【0027】

・永久磁石からロータヨークへの熱ひけ性

永久磁石からロータヨークへの熱ひけ性については、ロータ全体の熱伝導率が問題となるため、この熱伝導率について調査した。

【実施例 2】

鉄系材料からなるロータヨーク材 11 と、Nd-Fe-B 系の希土類磁石の全面に銅メッキが施されたメッキ付き永久磁石 12 とを用意し、これらを図 5 (a) に示すように接触させた状態で、ロータヨーク 11 とメッキ付き永久磁石 12 との接触面の外周辺の一部（同図の波線部分）にレーザービーム溶接を施した。次いで、同図における接合部分における熱伝導率を JIS R 1611 に準拠したレーザーフラッシュ法により測定した。

【0028】

【比較例 3】

鉄系材料からなるロータヨーク材 13 と、Nd-Fe-B 系の希土類磁石からなる永久磁石 14 とを用意し、これらを図 5 (b) に示すように、接触面全体にエポキシ接着剤（ブレニー技研製「GM8300」）を塗布して接着した。次いで、同図における接合部分における熱伝導率を JIS R 1611 に準拠したレーザーフラッシュ法により測定した。

【0029】

上記熱伝導率測定の結果、実施例 2 では、熱伝導率が $50 \sim 400 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ と高い値を示した。これは、永久磁石とロータヨークとの間に銅メッキ膜を介在させたことにより、金属同士の接触部分が存在するためである。したがって、実施例 2 では優れた熱ひけ性が実現される。一方、比較例 3 では、熱伝導率が $0.1 \sim 0.9 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ と著しく低いものとなった。これは、永久磁石とロータヨークとの間にエポキシ樹脂を介在させたことにより、樹脂部分において熱が滞留し、優れた熱伝導性が実現されないためである。したがって、比較例 3 では優れた熱ひけ性が実現されない。

【0030】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、永久磁石をロータヨーク表面に接合するにあたり、永久磁石とロータヨークとの間に金属メッキ膜を介在させ、ビーム溶

接により接合を行うことで、永久磁石式モータ用ロータの耐久性等の種々の性能が高いレベルで好適に実現される。よって、本発明は、自動車等の動力源として好適な永久磁石式モータに使用するロータを提供することができる点で有望である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の永久磁石式モータ用ロータに使用するロータヨークの製造例を示す斜視図である。

【図 2】 本発明の永久磁石式モータ用ロータの製造例を示す斜視図である。

【図 3】 本発明の好適な一の実施形態を示し、メッキ付き永久磁石とロータヨークとの接合態様を示す平面図である。

【図 4】 (a) は、図 3 に示したメッキ付き永久磁石とロータヨークとの間のビーム溶接態様の一の例を示す斜視図であり、(b) は、図 3 に示したメッキ付き永久磁石とロータヨークとの間のビーム溶接態様の他の例を示す斜視図である。

【図 5】 (a) は、ロータヨーク材とメッキ付き永久磁石とをレーザービーム溶接により接着する一態様を示す斜視図であり、(b) は、ロータヨーク材と永久磁石とをエポキシ接着剤を塗布して接着する一態様を示す斜視図であり、(c) は、(a) または (b) の態様により接着されたロータヨークと (メッキ付き) 永久磁石とに対して引張りせん断試験を実施する際の斜視図である。

【図 6】 実施例 1、ならびに比較例 1 および比較例 2 の評価結果を示すグラフである。

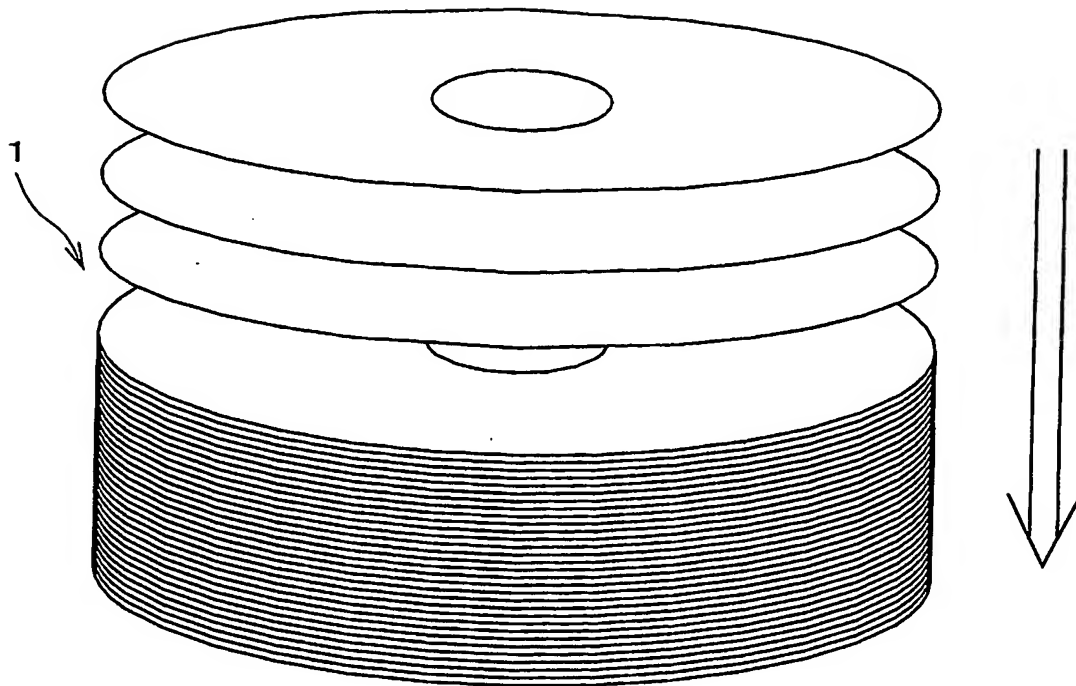
【符号の説明】

1…ロータヨーク、2…メッキ付き永久磁石、3…永久磁石、4…銅メッキ膜

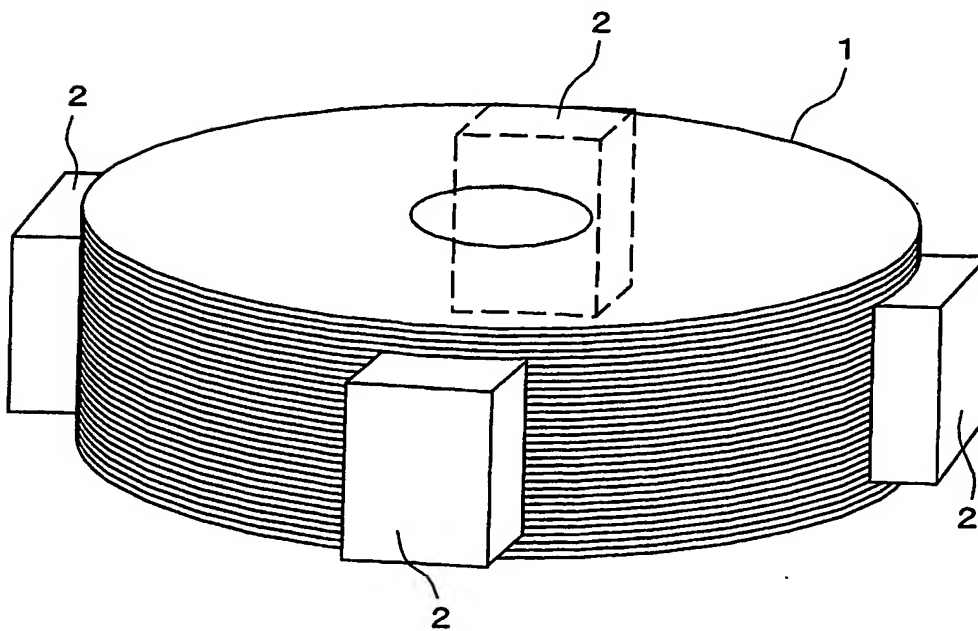
【書類名】

図面

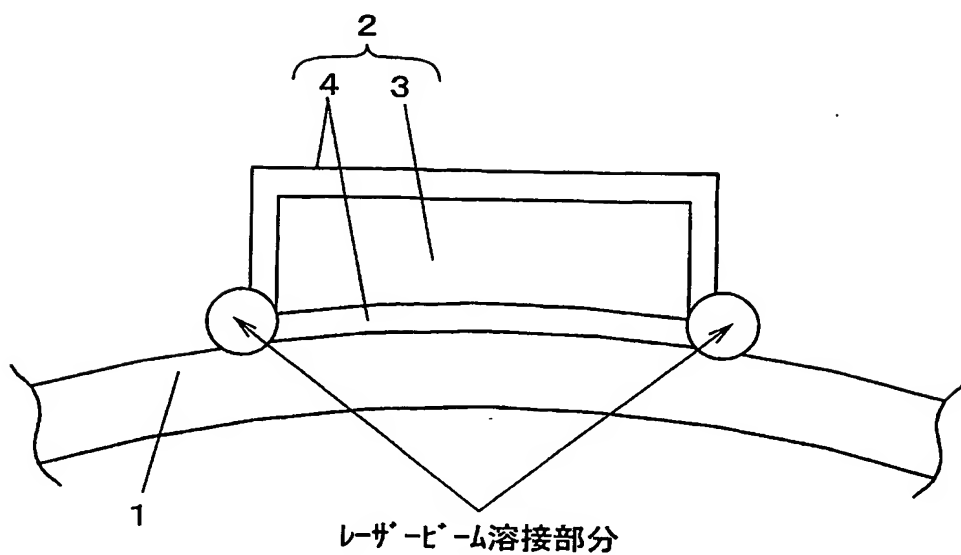
【図1】



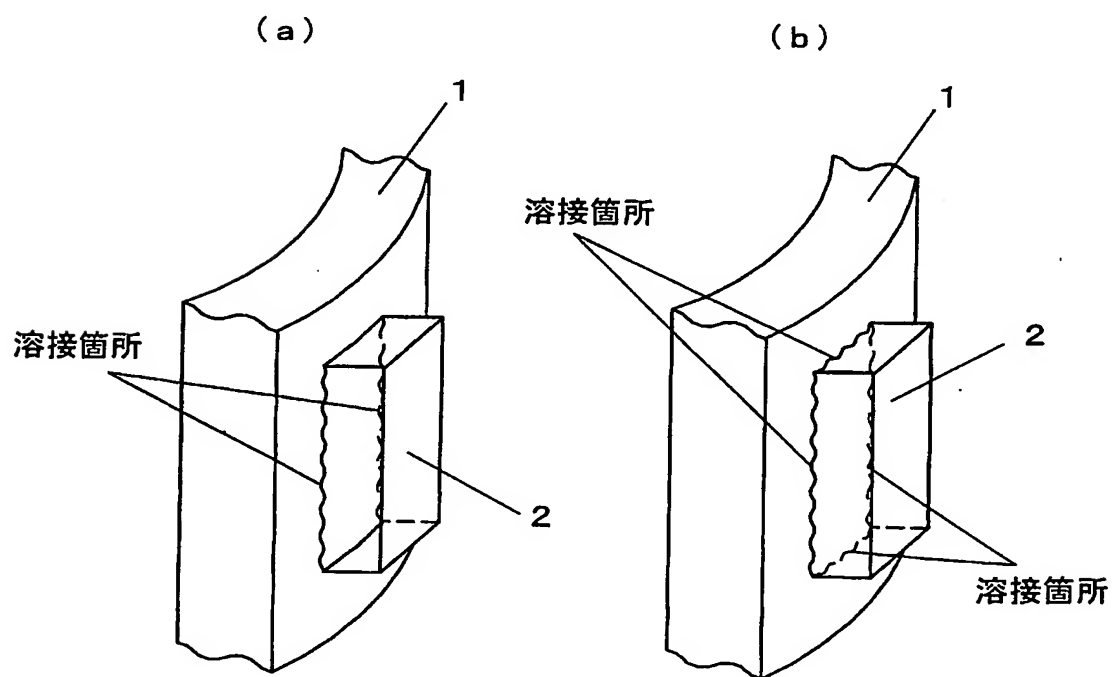
【図2】



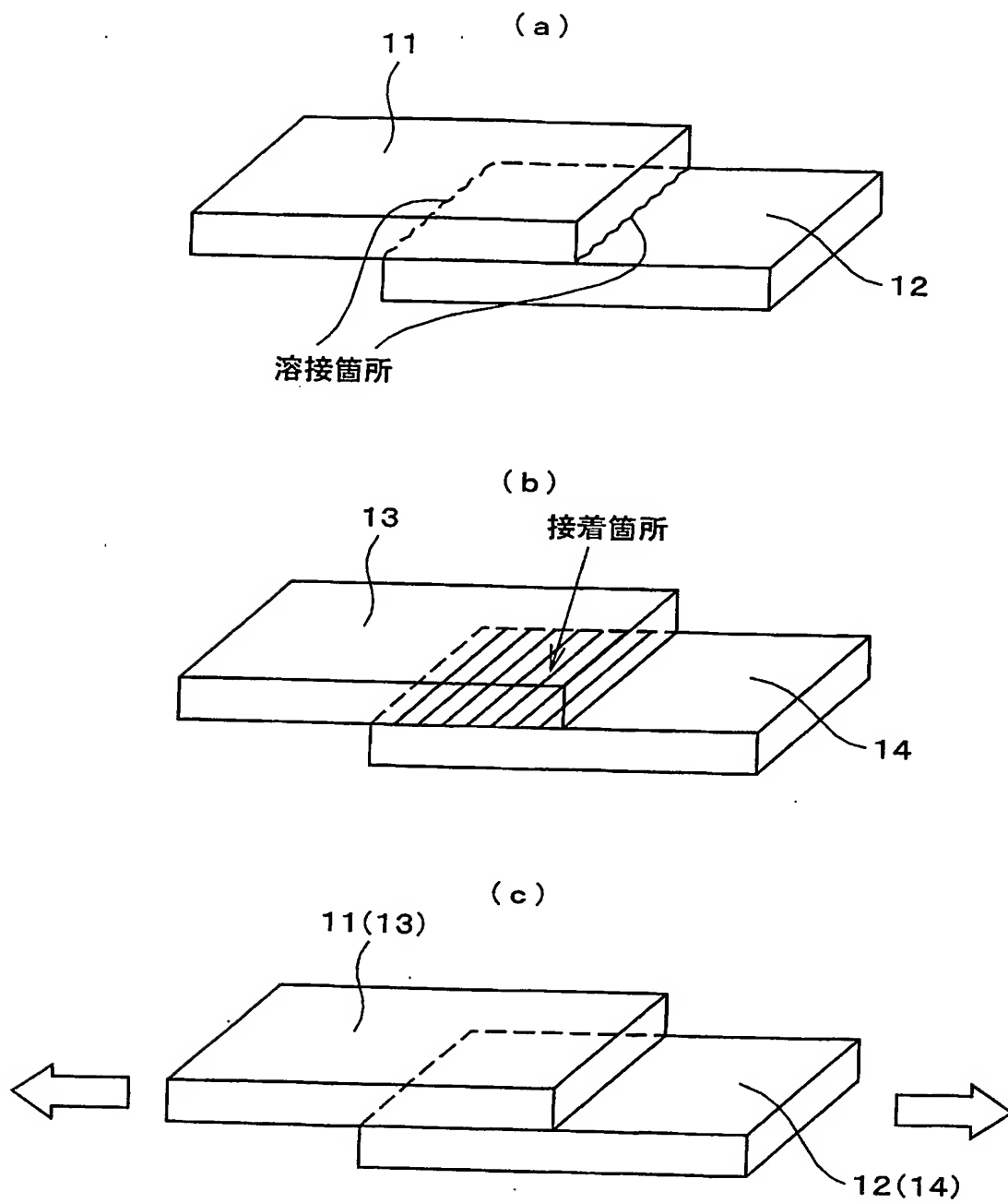
【図 3】



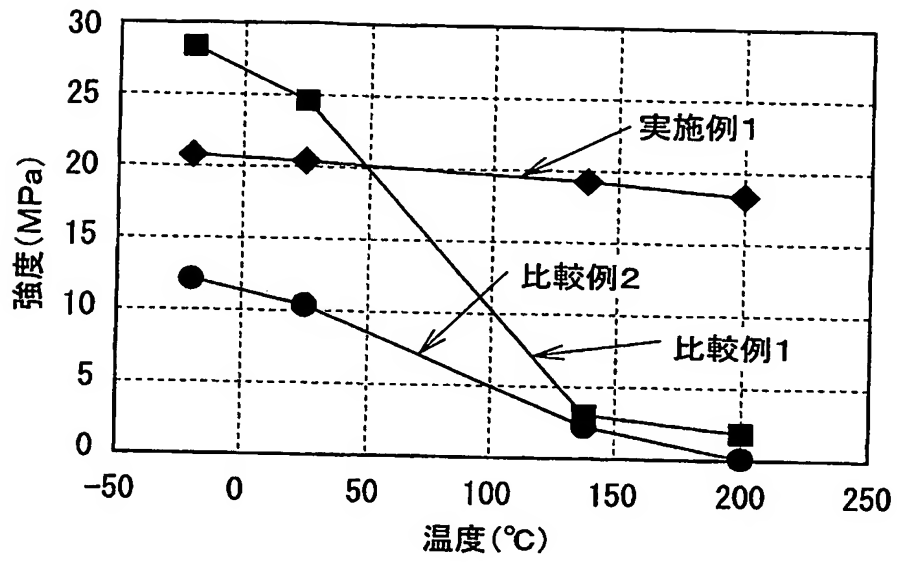
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 耐久性等の種々の性能が高いレベルで好適に実現される永久磁石式モータ用ロータを提供する。

【解決手段】 永久磁石をロータヨーク表面に接合してなり、上記永久磁石と上記ロータヨークとの間に金属膜を介在させ、ビーム溶接により接合を行う。

【選択図】

図 3

出願人履歴情報

識別番号

[000005326]

1. 変更年月日
[変更理由]
住所
氏名

1990年 9月 6日
新規登録
東京都港区南青山二丁目1番1号
本田技研工業株式会社